

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2003 (16.01.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/005434 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 21/324, 21/306, 21/762, 21/302, 21/316

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/02341

(22) Date de dépôt international : 4 juillet 2002 (04.07.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0108859 4 juillet 2001 (04.07.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES [FR/FR]; Parc Technologique des Fontaines,
Chemin des Franques, F-38190 Bernin (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **NEYRET, Eric** [FR/FR]; 2, rue Lesdiguières, F-38360 Sassenage (FR). **ECARNOT, Ludovic** [FR/FR]; 10 Lotissement le Nivolon, F-38760 Varcès (FR).

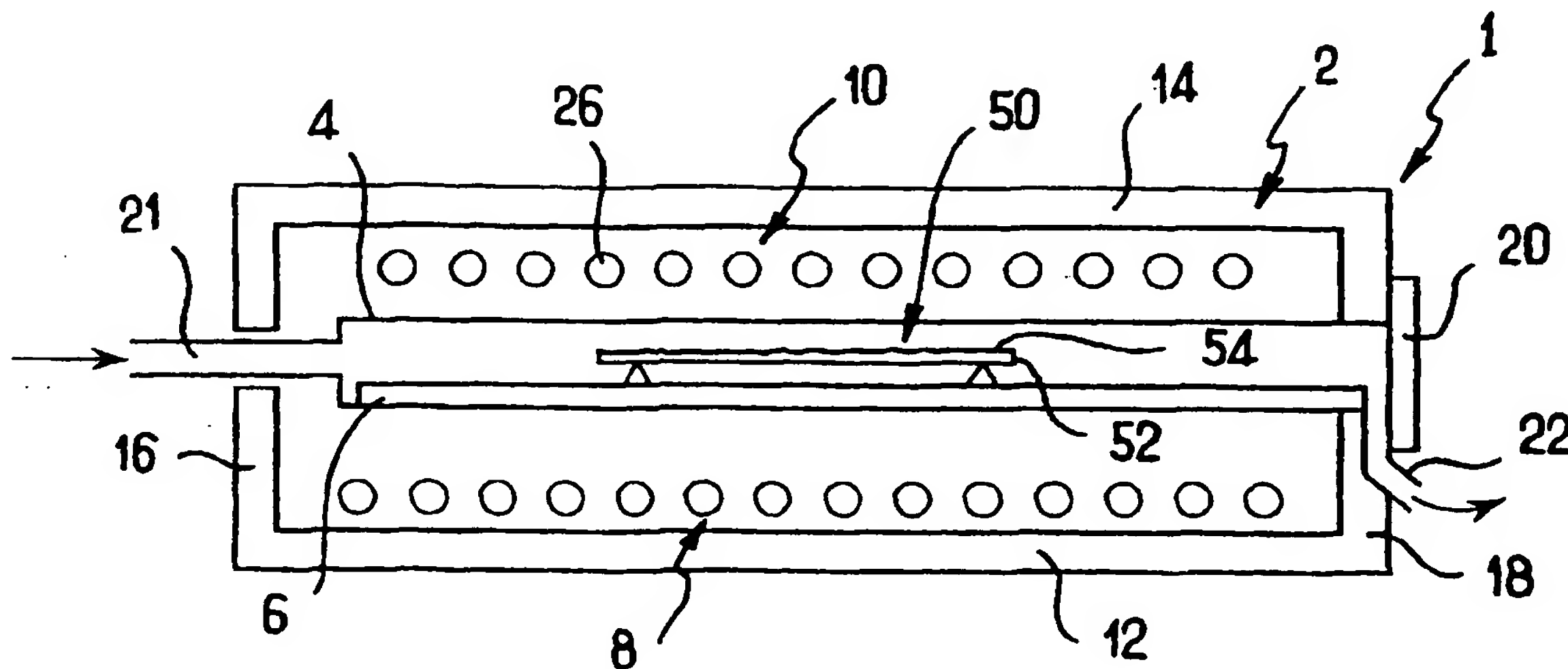
(74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR REDUCING SURFACE RUGOSITY

(54) Titre : PROCEDE DE DIMINUTION DE RUGOSITE DE SURFACE



(57) Abstract: The invention relates to a method for reducing the rugosity of the free surface of a slice of semiconductor material. Said method comprises an annealing step in order to smooth said free surface. The invention is characterized in that the method for reducing free surface rugosity comprising a single smoothing annealing step which is carried out in the form of rapid thermal annealing in an atmosphere which is exclusively comprised of pure argon. The invention also relates to a structure produced by said method.

(57) Abrégé : L'invention propose un procédé de diminution de la rugosité de la surface libre d'une tranche de matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit afin de lisser ladite surface libre, caractérisé en ce que le procédé de diminution de rugosité de surface libre comporte un unique recuit de lissage réalisé sous la forme d'un recuit thermique rapide sous une atmosphère composée exclusivement d'argon pur. L'invention propose également une structure réalisée par un tel procédé.

WO 03/005434 A2



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

PROCEDE DE DIMINUTION DE RUGOSITE DE SURFACE

La présente invention concerne de manière générale le traitement de surface des matériaux, et particulièrement le traitement de substrats destinés à la fabrication de composants pour des applications en micro-électronique et/ou en opto-électronique.

5 Plus précisément, l'invention concerne un procédé de diminution de la rugosité de la surface libre d'une tranche de matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit afin de lisser ladite surface libre.

10 Par « surface libre », on entend la surface d'une tranche qui est exposée à l'environnement extérieur (par opposition à une surface d'interface qui est au contact de la surface d'une autre tranche ou d'un autre élément).

Et comme on le verra, l'invention pourra être mise en œuvre de manière particulièrement avantageuse – mais non limitative - en
15 combinaison avec un procédé de fabrication de films minces ou de couches de matériau semiconducteur du type décrit dans le brevet FR 2 681 472.

Un procédé reproduisant les enseignements du document cité ci-dessus est connu comme le procédé SMARTCUT®. Ses étapes principales sont schématiquement les suivantes :

- 20 • Une étape d'implantation d'atomes, sous une face d'un substrat de matériau semiconducteur (en particulier du silicium), dans une zone d'implantation du substrat,
- Une étape de mise en contact intime du substrat implanté avec un raidisseur, et
- 25 • Une étape de clivage du substrat implanté au niveau de la zone d'implantation, pour transférer la partie du substrat située entre la surface soumise à l'implantation et la zone d'implantation, sur le raidisseur et former ainsi un film mince, ou une couche, de semiconducteur sur celui-ci.

30 Par implantation d'atomes, on entend tout bombardement d'espèces atomiques ou ioniques, susceptible d'introduire ces espèces dans le matériau de la tranche avec un maximum de concentration des espèces

implantées situées à une profondeur déterminée de la tranche par rapport à la surface bombardée de manière à définir une zone de fragilisation.

La profondeur de la zone de fragilisation est fonction de la nature des espèces implantées, et de l'énergie qui leur est associée pour
5 l'implantation.

On précise qu'on désigne dans ce texte par le terme générique de « tranche » le film ou la couche transférée par un tel procédé du type SMARTCUT®.

La tranche (qui est en matériau semiconducteur) peut ainsi être
10 associée à un raidisseur, et éventuellement à d'autres couches intermédiaires.

Et ce terme de « tranche » recouvre également dans le présent texte toute tranche, couche ou film de matériau semiconducteur tel que le silicium, que la tranche ait été produite par un procédé du type
15 SMARTCUT® ou non, l'objectif étant dans tous les cas de diminuer la rugosité de la surface libre de la tranche.

Pour les applications du type mentionnées au début de ce texte, les spécifications de rugosité associées à la surface libre des tranches sont en effet très sévères, et la qualité de la surface libre des tranches est un
20 paramètre qui conditionne la qualité des composants qui seront réalisés sur la tranche.

Il est ainsi courant de trouver des spécifications de rugosité ne devant pas dépasser 5 Angströms en valeur rms (correspondant à l'acronyme anglo-saxon « root mean square »).

25 On précise que les mesures de rugosité sont généralement effectuées grâce à un microscope à force atomique (AFM selon l'acronyme qui correspond à l'appellation anglo-saxonne de Atomic Force Microscope).

Avec ce type d'appareil, la rugosité est mesurée sur des surfaces balayées par la pointe du microscope AFM, allant de $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ à $10 \times 10 \mu\text{m}^2$
30 et plus rarement $50 \times 50 \mu\text{m}^2$, voire $100 \times 100 \mu\text{m}^2$.

La rugosité peut être caractérisée, en particulier, selon deux modalités.

Selon l'une de ces modalités, la rugosité est dite à hautes fréquences et correspond à des surfaces balayées de l'ordre de $1 \times 1 \mu\text{m}^2$.

Selon l'autre de ces modalités, la rugosité est dite à basses fréquences et correspond à des surfaces balayées de l'ordre de $10 \times 10 \mu\text{m}^2$,
5 ou plus. La spécification de 5 Angströms donnée ci-dessus à titre indicatif est ainsi une rugosité correspondant à une surface balayée de $10 \times 10 \mu\text{m}^2$.

Et les tranches qui sont produites par les procédés connus (de type SMARTCUT® ou autre) présentent des rugosités de surface dont les valeurs sont supérieures à des spécifications de l'ordre de celles
10 mentionnées ci-dessus, en l'absence de l'application à la surface de la tranche d'un traitement spécifique tel qu'un polissage.

Un premier type de procédé connu pour diminuer la rugosité de surface des tranches consiste à faire subir à la tranche un traitement thermique « classique » (oxydation sacrificielle par exemple).

15 Mais un traitement de ce type ne permet pas d'amener la rugosité des tranches au niveau des spécifications mentionnées ci-dessus.

Et si on peut certes imaginer de multiplier les étapes de tels traitements thermiques classiques, et/ou de les combiner avec d'autres types de procédé connus, en vue de réduire encore la rugosité, ceci
20 conduirait à un procédé long et complexe.

On connaît par exemple ainsi du document EP 1 061 565 un procédé de ce type, qui enseigne un recuit long (de l'ordre de 60 minutes) à haute température, suivi d'un refroidissement sous une atmosphère comprenant de l'hydrogène.

25 Un deuxième type de procédé connu consiste à effectuer un polissage mécano-chimique de la surface libre de la tranche.

Ce type de procédé peut effectivement permettre de réduire la rugosité de la surface libre de la tranche.

Dans le cas où il existe un gradient de concentration de défauts
30 croissant en direction de la surface libre de la tranche, ce deuxième type de procédé connu peut en outre permettre d'abaser ladite tranche jusqu'à une zone présentant une concentration de défauts acceptable.

Cependant, ce deuxième type de procédé connu présente l'inconvénient de compromettre l'uniformité de la surface libre de la tranche.

Et cet inconvénient est accru dans le cas où on procède à un polissage important de la surface de la tranche, ce qui serait le cas pour
5 arriver à des rugosités telles que mentionnées ci-dessus.

Un troisième type de procédé consiste à faire subir à la tranche un recuit rapide sous atmosphère contrôlée, selon un mode dit RTA (correspondant à l'acronyme de l'expression anglo-saxonne Rapid Thermal Annealing).

10 Dans la suite de ce texte, on désignera ainsi indifféremment ce mode de recuit par l'acronyme RTA, ou par l'appellation francophone de "recuit thermique rapide".

Dans ce troisième type de procédé, on recuit la tranche à une température élevée, pouvant être de l'ordre de 1100°C à 1300°C, pendant
15 1 à 60 secondes.

Selon une première variante de ce troisième type de procédé dont on trouvera un exemple dans le document US 6 171 965, on réalise un lissage de la surface libre de la tranche par le biais d'un recuit RTA de la tranche sous une atmosphère constituée d'un mélange comprenant généralement
20 de l'hydrogène en combinaison avec des gaz réactifs (HCl, HF, HBr, SF₆, CF₄, NF₃, CCl₂F₂,...).

Dans cette première variante du troisième type de procédé, l'agressivité du mélange qui constitue l'atmosphère de recuit permet de graver la surface libre de la tranche (par un phénomène de « etching »
25 selon la terminologie anglo-saxonne), ce qui aboutit à une diminution de sa rugosité.

Cette première variante peut présenter des avantages.

Une limitation en est cependant que le mélange gazeux qui constitue l'atmosphère mise en œuvre dans un tel procédé est agressif, et des
30 éléments autres que la surface libre de la tranche peuvent être exposés à son action (face de tranche ou de la structure dont elle est solidaire qui est

opposée à ladite surface libre de la tranche, parois de la chambre de recuit).

Il peut ainsi être nécessaire de prendre des mesures supplémentaires pour protéger ces éléments, ce qui tend à complexifier encore le procédé.

Et l'agressivité du mélange mis en œuvre est éventuellement susceptible d'aggraver des défauts de la tranche, ce qui peut également nécessiter des traitements supplémentaires.

En outre, cette variante mettant en œuvre une atmosphère de recuit comprenant des gaz différents, dont certains sont réactifs, il est nécessaire de prévoir pour la mise en œuvre d'un tel procédé une installation pouvant être relativement complexe (acheminement des différents gaz, mesures de sécurité, ...).

Un mode de réalisation enseigné par le document EP 1 061 565 correspond à cette première variante de ce troisième type de procédé. Dans ce mode de réalisation, on réalise un recuit RTA sous une atmosphère comprenant systématiquement de l'hydrogène.

Selon une deuxième variante de ce troisième type de procédé, on fait subir à la tranche un recuit RTA sous une atmosphère qui n'a pas pour fonction d'attaquer le matériau de la tranche.

Dans cette variante en effet, le lissage résulte non pas d'une gravure de la surface libre de la tranche, mais de la reconstruction de la surface de la tranche.

L'atmosphère de recuit est dans ce cas typiquement composée d'hydrogène mélangée à de l'argon ou de l'azote.

On trouvera dans la demande française 99 10667 au nom de la Demanderesse un exemple de cette deuxième variante du troisième type de procédé.

On connaît également par EP 1 158 581 un traitement de finition comportant systématiquement deux recuits dont un recuit RTA, ces recuits pouvant être effectués dans une atmosphère contenant de l'hydrogène ou de l'argon.

Les deux recuits enseignés par ce document ont tous deux pour fonction de lisser la surface libre d'une tranche. La diminution de rugosité basses fréquences est illustrée par la dernière colonne de la table 2 de ce document, qui montre en particulier l'effet du deuxième recuit qui suit le
5 recuit RTA.

En effet, avec un traitement sous recuit RTA seul (« exemple comparatif 1 »), la rugosité basses fréquences après traitement est de 1,60nm RMS. En mettant en œuvre les deux recuits enseignés par ce document, la rugosité basses fréquences est sensiblement améliorée,
10 atteignant les valeurs de 0,28nm RMS et 0,30nm RMS.

L'enseignement de EP 1 158 581 est ainsi focalisé sur un enchaînement de deux recuits de lissage (le lissage étant caractérisé par une diminution de la rugosité basses fréquences), le premier de ces deux recuits étant un recuit RTA.

15 Mais le procédé enseigné par EP 1 158 581, comportant systématiquement deux recuits de lissage, est relativement lourd et long à mettre en œuvre.

L'invention se propose d'apporter une amélioration aux procédés évoqués ci-dessus.

20 En effet, il serait avantageux de simplifier encore de tels procédés.

En outre, il serait également avantageux de réduire les éventuelles lignes de glissement (« slip lines » selon la terminologie anglo-saxonne) qui peuvent apparaître dans la structure cristallographique du matériau de la tranche, en particulier suite à un traitement thermique (tel que celui qui peut
25 être appliqué à la tranche pour provoquer son clivage dans le cadre d'un procédé de type SMARTCUT®).

On sait en effet que de telles lignes de glissement peuvent résulter d'inhomogénéités de la chaleur reçue par différentes régions de la tranche (ceci étant plus particulièrement sensible dans le cas de fours présentant
30 des points froids).

Par ailleurs, l'hydrogène utilisé dans les mises en œuvre connues de cette variante est un gaz relativement onéreux, alors qu'on cherche

constamment à diminuer les coûts associés aux procédés de traitement des tranches.

Enfin, il serait particulièrement avantageux de pouvoir mettre en œuvre un procédé répondant aux objectifs mentionnés ci-dessus, en
5 combinaison avec un procédé du type SMARTCUT®.

Le but de l'invention est de permettre de mettre en œuvre un procédé répondant à ces besoins.

Afin d'atteindre ce but l'invention propose selon un premier aspect un procédé de diminution de la rugosité de la surface libre d'une tranche de
10 matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit afin de lisser ladite surface libre, caractérisé en ce que le procédé de diminution de rugosité de surface libre comporte un unique recuit de lissage réalisé sous la forme d'un recuit thermique rapide sous une atmosphère composée exclusivement d'argon pur.

15 Des aspects préférés, mais non limitatifs du procédé selon l'invention sont les suivants :

- le procédé comprend également les étapes préalables suivantes :
 - ✓ Une étape d'implantation d'atomes, sous une face d'un substrat à partir duquel la tranche doit être réalisée, dans une zone
20 d'implantation du substrat,
 - ✓ Une étape de mise en contact intime du substrat implanté avec un raidisseur, et
 - ✓ Une étape de clivage du substrat implanté au niveau de la zone d'implantation, pour constituer la tranche avec la partie du substrat
25 située entre la surface soumise à l'implantation et la zone d'implantation, et transférer ladite tranche sur le raidisseur,
- le recuit thermique rapide est effectué avec un palier de température dans une gamme comprise entre 1100 et 1250 °C, pendant 5 à 30 secondes,
- 30 • l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur est suivie d'une étape de polissage,
- on fait suivre l'étape de polissage par une étape d'oxydation sacrificielle,

- on réalise la succession des étapes suivantes :
 - ✓ oxydation sacrificielle,
 - ✓ recuit thermique rapide sous argon pur,
 - ✓ polissage,
- 5 ✓ oxydation sacrificielle.
- on fait suivre l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par les étapes suivantes :
 - ✓ oxydation sacrificielle,
 - ✓ polissage,
- 10 ✓ oxydation sacrificielle.
- on réalise la succession des étapes suivantes :
 - ✓ recuit thermique rapide sous argon pur,
 - ✓ polissage,
 - ✓ recuit thermique rapide sous argon pur.
- 15 • on fait précéder l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape d'oxydation sacrificielle,
- on fait suivre l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape d'oxydation sacrificielle,
- on fait précéder l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par
- 20 une étape d'oxydation sacrificielle, et on fait suivre ladite étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape supplémentaire d'oxydation sacrificielle.

L'invention propose selon un deuxième aspect une structure SOI obtenue par un tel procédé.

- 25 D'autres aspects, buts et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description suivante de formes préférées de réalisation de l'invention, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation générale et schématique en coupe longitudinale d'une chambre de recuit permettant de mettre en œuvre
- 30 l'invention,

- la figure 2 est un graphe illustrant la diminution de rugosité obtenue par la mise en œuvre de l'invention sur une tranche de silicium.

En référence tout d'abord à la figure 1, on a représenté schématiquement un exemple non limitatif de chambre de recuit 1 permettant de mettre en œuvre l'invention.

Cette chambre est destinée à la mise en œuvre d'une étape de recuit sous atmosphère d'argon pure selon le mode opératoire RTA.

Cette chambre 1 comporte une enceinte 2, un réacteur 4, un plateau porte substrat 6, deux réseaux de lampes halogènes 8, 10 et deux paires de lampes latérales.

L'enceinte 2 comporte en particulier une paroi inférieure 12, une paroi supérieure 14 et deux parois latérales 16, 18, situées respectivement aux extrémités longitudinales de l'enceinte 2. L'une des parois latérales 16, 18 comporte une porte 20.

Le réacteur 4 est constitué d'un tube de quartz s'étendant longitudinalement entre les deux parois latérales 16, 18. Il est muni au niveau de chacune de ces parois latérales 16, 18, respectivement d'une entrée de gaz 21 et d'une sortie de gaz 22. La sortie de gaz 22 est située du côté de la paroi latérale 18 comportant la porte 20.

Chaque réseau de lampes halogènes 8, 10 est situé respectivement au-dessus et en dessous du réacteur 4, entre celui-ci et les parois inférieure 12 et supérieure 14.

Chaque réseau de lampes halogènes 8, 10 comporte 17 lampes 26 disposées perpendiculairement à l'axe longitudinal du réacteur 4.

Les deux paires de lampes latérales (non représentées sur la figure 1) sont situées parallèlement à l'axe longitudinal du réacteur 4, chacune d'un côté de celui-ci, globalement aux extrémités longitudinales des lampes 26 des réseaux de lampes halogènes 8, 10.

Le plateau porte-substrat 6 coulisse dans le réacteur 4. Il supporte une tranche 50 destinée à subir l'étape de recuit sous atmosphère hydrogénée 100 et permet de les rentrer ou de les sortir de la chambre 1.

Une chambre 1 de ce type est commercialisée par STEAG[®], sous le nom «SHS AST 2800».

On précise que la « tranche » 50 peut être, de manière générale, tout type de structure monocouche ou multicouche comportant une couche superficielle d'un matériau semiconducteur (tel que le silicium, de manière
5 préférée mais non limitative).

On rappelle en effet qu'un but de l'invention est de permettre de diminuer la rugosité de la surface libre d'une telle couche superficielle.

L'invention peut en effet être mis en œuvre pour diminuer la rugosité
10 de la surface libre d'une tranche 50 n'ayant subi aucun traitement préalable mais également de tranches obtenues par des traitements spécifiques.

En particulier, les différentes variantes de l'invention s'appliquent de manière particulièrement avantageuse à la diminution de la rugosité des surfaces d'une structure SOI et/ou du substrat de matériau semiconducteur
15 dont une telle structure est issue, en particulier par suite de l'application d'un procédé de type SMARTCUT[®].

Ainsi, dans le cadre du procédé SMARTCUT[®] l'invention pourra être mise en œuvre avec profit pour diminuer la rugosité de l'une ou l'autre des deux surfaces de matériau semiconducteur qui sont issues du clivage de la
20 zone de fragilisation réalisée lors de l'étape d'implantation, ou de ces deux surfaces.

Et les différentes variantes de mise en œuvre du procédé selon l'invention qui vont être décrites ci-dessous à titre d'exemple, sont appliquées au traitement de tranches 50 comportant une couche utile de
25 matériau semiconducteur 52 (réalisée par exemple en silicium), ladite couche ayant elle-même une surface libre 54.

La couche 52 est désignée comme « utile » car elle servira à la constitution des éléments électroniques, optiques ou opto-électroniques sur la tranche 50.

30 Comme mentionné ci-dessus la surface libre 54 peut être une surface de clivage obtenue par la mise en œuvre d'un procédé SMARTCUT[®].

Dans le cas où la tranche 50 est un substrat SOI issu du procédé SMARTCUT[®], la tranche 50 comporte sous la couche utile 52 une couche d'oxyde enterrée, qui recouvre elle-même un substrat support.

On précise que sur la figure 1, l'épaisseur de la tranche 50 a été exagérée pour faire apparaître la couche utile 52 et sa surface libre 54.

L'invention peut ainsi être mise en œuvre uniquement en effectuant une étape de recuit RTA de la tranche 50, sous atmosphère d'argon pur.

L'étape de recuit sous argon pur comprend les étapes consistant à :

- disposer la tranche 50 dans la chambre 1, celle-ci étant froide au moment de l'introduction de la tranche,
- introduire dans la chambre, à une pression égale ou voisine de la pression atmosphérique, une atmosphère de recuit d'argon pur. On précise que la pression peut également être fixée à une valeur plus basse, qui peut aller de quelques mTorr à la pression atmosphérique,
- faire croître, en allumant les lampes halogènes 26, la température dans la chambre 1, à une vitesse de l'ordre de 50°C par seconde, jusqu'à une température de traitement,
- maintenir la tranche 50 dans la chambre 1, pendant une durée de palier de chauffage,
- éteindre les lampes halogènes 26 et refroidir, par circulation d'air, la tranche 50, à une vitesse de plusieurs dizaines de degrés centigrades par seconde et variant selon toute loi désirée.

A cet égard, il est particulièrement important que l'argon mis en œuvre soit le plus pur possible car la Demanderesse a constaté que la présence de faibles quantités d'éléments supplémentaires (tels que l'oxygène notamment) pouvaient conduire à une attaque du matériau de la couche utile (formation de SiO très volatile dans le cas d'une couche superficielle en silicium exposée à une atmosphère de recuit comportant une faible quantité d'oxygène, par exemple).

Et la Demanderesse a constaté qu'une telle étape de recuit sous atmosphère d'argon pur permettait de diminuer de manière sensible la rugosité de la surface libre 54.

Les résultats obtenus étaient en particulier de bien meilleure qualité que la diminution de rugosité qui peut être obtenue seulement par un traitement classique tel qu'un traitement thermique de type oxydation sacrificielle.

5 Et l'uniformité de la couche utile est par ailleurs bien meilleure que si on avait soumis la tranche à une opération de polissage.

L'étape de recuit RTA sous argon pur peut par exemple comprendre un palier de chauffage d'une durée de 5 à 30 secondes, à une température de traitement comprise entre 1100 et 1250°C.

10 La figure 2 illustre la diminution de rugosité par un tel procédé. Plus précisément cette figure expose le gain de « haze » obtenu suite à l'application d'un procédé selon l'invention tel que mentionné ci-dessus.

Sur cette figure, l'axe des abscisses permet de parcourir différentes tranches, le haze ayant été mesuré pour chacune de ces tranches avant
15 l'application d'un recuit selon l'invention (mesure du haut), et après (mesure du bas).

Sur la figure 2, la courbe du haut correspond ainsi à un haze mesuré à la surface de structures SOI après clivage, et la courbe du bas aux mêmes mesures, effectuées après un recuit RTA sous argon par 1230°C
20 avec un palier de chauffage de 30s.

On précise que le terme « haze » désigne le signal optique diffusé par la surface du substrat 50, en réponse à une excitation lumineuse. Ce haze est représentatif de la rugosité de surface.

Cette caractéristique qui est représentative de la rugosité de la
25 surface du substrat est dans le cas présent mesuré par un équipement de type KLA Tencor[®], modèle Surfscan 6220[®] : le haze mesuré ici est ainsi désigné par la référence « haze 6220 ».

On observe que la diminution de haze 6220 est d'un niveau comparable aux résultats que l'on peut obtenir par d'autres techniques de
30 recuit RTA, par exemple des recuits RTA sous atmosphère composés d'un mélange d'hydrogène et d'argon.

Plus précisément, le gain de haze correspond à une division de haze par un facteur de l'ordre de 6 à 10.

Et de manière avantageuse, la mise en œuvre du procédé selon l'invention permet d'obtenir des résultats de ce haut niveau de qualité en s'affranchissant des limitations mentionnées ci-dessus à propos des recuits RTA connus.

En particulier, l'argon étant un excellent conducteur thermique, la mise en œuvre d'une atmosphère d'argon pur permet de distribuer la chaleur de la manière la plus homogène possible à l'intérieur de la chambre 1, et de réduire ainsi les lignes de glissement que l'on peut observer dans le cas de la mise en œuvre de ces procédés connus.

Comme on l'a dit, l'invention peut être mise en œuvre seulement par l'étape de recuit RTA sous argon pur : cette étape permet d'obtenir une amélioration considérable de l'état de surface de la tranche 50.

Et cette amélioration est obtenue pratiquement sans retirer de matière à la tranche, mais au contraire par reconstruction de la surface 54 et lissage.

On va maintenant décrire ci-dessous plusieurs variantes de mise en œuvre de l'invention, qui impliquent outre l'étape de recuit RTA sous argon pur des étapes de traitement complémentaires.

Selon une première variante, on fait suivre l'étape de recuit RTA sous argon pur par une étape de polissage de la surface de la tranche 50.

Cette étape de polissage est réalisée par un polissage mécano-chimique, connu en soi.

Elle permet de retirer la matière de la couche utile 52 qui est située à proximité de la surface libre 54 et qui peut encore comporter des défauts superficiels.

Selon une deuxième variante, on fait suivre l'étape de recuit RTA sous argon pur non seulement par une étape de polissage, mais en outre ensuite par une étape supplémentaire d'oxydation sacrificielle combinée à un traitement thermique.

L'étape d'oxydation sacrificielle est destinée à retirer les défauts restant éventuellement après l'étape de polissage. Dans le cas de la mise en œuvre de l'invention après un procédé SMARTCUT[®], les défauts peuvent être liés aux étapes d'implantation ou de clivage.

- 5 L'étape d'oxydation sacrificielle se décompose en une étape d'oxydation et une étape de désoxydation.

Le traitement thermique est intercalé entre l'étape d'oxydation et l'étape de désoxydation.

- 10 L'étape d'oxydation est préférentiellement réalisée à une température comprise entre 700°C et 1100°C.

L'étape d'oxydation peut être réalisée par voie sèche ou par voie humide.

Par voie sèche, l'étape d'oxydation est, par exemple, menée en chauffant la tranche 50 sous oxygène gazeux.

- 15 Par voie humide, l'étape d'oxydation est, par exemple, menée en chauffant la tranche 50 dans une atmosphère chargée en vapeur d'eau.

Par voie sèche ou par voie humide, selon les procédés classiques connus de l'homme du métier, l'atmosphère d'oxydation peut aussi être chargée en acide chlorhydrique.

- 20 L'étape d'oxydation aboutit à la formation d'un oxyde 60 qui recouvre la surface 54 de la couche utile 52.

L'étape de traitement thermique est réalisée par toute opération thermique destinée à améliorer les qualités du matériau constitutif de la couche utile 52.

- 25 Ce traitement thermique peut être effectué à température constante ou à température variable.

Dans ce dernier cas, le traitement thermique est réalisé, par exemple, avec une augmentation progressive de la température entre deux valeurs, ou avec une oscillation cyclique entre deux valeurs, etc.

- 30 Préférentiellement, l'étape de traitement thermique est effectuée au moins en partie à une température supérieure à 1000°C, et plus particulièrement vers 1100-1200°C.

Ce traitement thermique est de préférence effectué sous une atmosphère non oxydante, qui peut comprendre de l'argon, de l'azote, de l'hydrogène, etc., ou encore un mélange de ces gaz. Le traitement thermique peut également être réalisé sous vide.

- 5 Préférentiellement aussi, l'étape d'oxydation est réalisée avant l'étape de traitement thermique.

De cette manière, l'oxyde 60 protège le reste de la couche utile pendant le traitement thermique et évite le phénomène de piquage.

- 10 Le phénomène de piquage est bien connu de l'homme du métier qui le nomme aussi « pitting ». Il se produit à la surface de certains semi-conducteurs lorsque ceux-ci sont recuits sous atmosphère non oxydante, telle que l'azote, l'argon, sous vide, etc. Il se produit dans le cas du silicium en particulier lorsque celui-ci est à nu, c'est-à-dire lorsqu'il n'est pas du tout recouvert d'oxyde.

- 15 Selon une variante avantageuse, l'étape d'oxydation débute avec le début de la montée en température du traitement thermique et se termine avant la fin de ce dernier.

- 20 Le traitement thermique permet de guérir au moins en partie, les défauts générés au cours des étapes précédentes du procédé de fabrication et de traitement de la tranche 50.

- 25 Plus particulièrement, le traitement thermique peut être effectué pendant une durée et à une température telles que l'on réalise par celui-ci une guérison de défauts cristallins, tels que des fautes d'empilement, des défauts « HF », etc., engendrés dans la couche utile 52, au cours de l'étape d'oxydation.

On appelle défaut « HF », un défaut dont la présence est relevée par une auréole de décoration dans l'oxyde enterré qui est situé sous la couche utile 52 (cas où la tranche 50 est un SOI issu d'un procédé SMARTCUT®), après traitement de la tranche dans un bain d'acide fluorhydrique.

- 30 Le traitement thermique présente en outre l'avantage de renforcer l'interface de collage, par exemple entre la couche transférée lors du transfert par le procédé SMARTCUT® et le substrat support.

L'étape de désoxydation est préférentiellement réalisée en solution.

Cette solution est par exemple une solution d'acide fluorhydrique à 10 ou 20%. Quelques minutes suffisent pour enlever mille à quelques milliers d'angströms d'oxyde 60, en plongeant la tranche 50 dans une telle solution.

Selon une troisième variante, on fait précéder les étapes de la deuxième variante décrite ci-dessus d'une étape supplémentaire d'oxydation sacrificielle de la surface de la tranche 50, cette étape d'oxydation sacrificielle (identique à celle décrite ci-dessus) étant de préférence combinée à un traitement thermique.

Les étapes de recuit RTA sous argon pur et de polissage mécano-chimique de cette variante sont identiques à celles décrites pour les autres variantes décrites ci-dessus.

Les première et deuxième étapes d'oxydation sacrificielle se décomposent, comme l'étape d'oxydation sacrificielle décrite ci-dessus, en une étape d'oxydation et une étape de désoxydation.

Les première et deuxième étapes d'oxydation sacrificielle ainsi que les étapes de traitement thermique sont analogues à celles déjà décrites pour la deuxième variante décrite ci-dessus, du procédé conforme à la présente invention.

Selon une quatrième variante de l'invention, on fait suivre l'étape de recuit RTA sous argon pur par deux étapes d'oxydation sacrificielle de la surface libre de la tranche 50.

Ces étapes d'oxydation sacrificielles sont identiques à celles décrites ci-dessus et peuvent de préférence être combinées avec un traitement thermique comme décrit ci-dessus.

Dans cette variante, une étape supplémentaire de polissage mécano-chimique est intercalée entre les deux étapes d'oxydation sacrificielle.

Selon une cinquième variante de l'invention, on effectue sur la tranche 50 deux étapes de recuit RTA sous argon pur, en intercalant entre ces deux étapes une étape de polissage mécano-chimique.

Selon une sixième variante de l'invention, on effectue une étape d'oxydation sacrificielle de la surface de la tranche 50 (étape toujours identique à celles décrites ci-dessus, et de préférence combinée avec un traitement thermique), après quoi on fait subir à la tranche 50 un recuit RTA sous atmosphère d'argon pur.

Selon une septième variante de l'invention, on inverse l'ordre des deux étapes principales de la sixième variante, en réalisant le recuit RTA sous argon pur avant l'oxydation sacrificielle.

Selon une huitième variante de l'invention, on intercale entre deux étapes d'oxydation sacrificielle (toujours identiques à celles décrites ci-dessus, et de préférence combinées avec un traitement thermique) de la surface de la tranche 50, une étape de recuit RTA de la tranche sous argon pur.

On remarquera que les différentes variantes de l'invention qui ont été décrites ci-dessus mettent toutes en œuvre un seul recuit de lissage.

Cet unique recuit de lissage correspond au recuit thermique rapide sous une atmosphère composée exclusivement d'argon pur.

Et certaines de ces variantes peuvent en outre faire intervenir d'autres types de recuit, ces recuits n'étant quant à eux pas destinés à lisser la surface libre de la tranche.

En particulier, les traitements thermiques associés aux opérations d'oxydation sacrificielle sont destinés à retirer de la matière et à renforcer les interfaces de collage, et non à lisser la surface libre de la tranche.

Et on précise que si les opérations d'oxydation sacrificielle peuvent avoir un effet sur la rugosité de la surface libre de la tranche, cet effet n'a pas de commune mesure avec l'effet qui est recherché lors d'un « lissage », qui vise comme on l'a dit à diminuer sensiblement la rugosité basses fréquences de la surface libre de la tranche.

On peut ainsi typiquement diminuer la rugosité basses fréquences de la surface libre d'une tranche d'un facteur 1 à 2 par une technique d'oxydation sacrificielle, alors que cette diminution est de l'ordre d'un

facteur 10 par un recuit de type RTA (on pourra à cet égard se référer au tableau de la page 19 du document FR 2 797713).

On précise ainsi en particulier que des enseignements relatifs aux traitements thermiques associés à une oxydation sacrificielle répondent à
5 un besoin bien différent d'un objectif de lissage.

En particulier, les enseignements du document FR 2 777115 qui sont relatifs à de tels traitements thermiques compris dans une opération d'oxydation sacrificielle et qui mentionnent la possibilité d'utiliser une atmosphère d'argon, ne sont pas transposables au cas de la présente
10 invention dont un élément essentiel réside dans le traitement thermique en mode RTA.

Une caractéristique essentielle et commune à toutes les variantes qui viennent d'être décrites est donc que le procédé de diminution de rugosité de surface libre comporte un unique recuit de lissage réalisé sous
15 la forme d'un recuit thermique rapide sous une atmosphère composée exclusivement d'argon pur.

REVENDICATIONS

1. Procédé de diminution de la rugosité de la surface libre d'une tranche de
5 matériau semiconducteur, ledit procédé comprenant une étape de recuit
afin de lisser ladite surface libre, caractérisé en ce que le procédé de
diminution de rugosité de surface libre comporte un unique recuit de lissage
réalisé sous la forme d'un recuit thermique rapide sous une atmosphère
composée exclusivement d'argon pur.
- 10
2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le
procédé comprend également les étapes préalables suivantes :
- Une étape d'implantation d'atomes, sous une face d'un substrat à partir
duquel la tranche doit être réalisée, dans une zone d'implantation du
15 substrat,
 - Une étape de mise en contact intime du substrat implanté avec un
raidisseur, et
 - Une étape de clivage du substrat implanté au niveau de la zone
d'implantation, pour constituer la tranche avec la partie du substrat
20 située entre la surface soumise à l'implantation et la zone d'implantation,
et transférer ladite tranche sur le raidisseur.
3. Procédé selon l'un des revendications précédentes, caractérisé en ce
que le recuit thermique rapide est effectué avec un palier de température
25 dans une gamme comprise entre 1100 et 1250 °C, pendant 5 à 30
secondes.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
que l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur est suivie d'une
30 étape de polissage.

5. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on fait suivre l'étape de polissage par une étape d'oxydation sacrificielle.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on réalise la succession des étapes suivantes :

- oxydation sacrificielle,
- recuit thermique rapide sous argon pur,
- polissage,
- oxydation sacrificielle.

10

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait suivre l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par les étapes suivantes :

- oxydation sacrificielle,
- 15 • polissage,
- oxydation sacrificielle.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on réalise la succession des étapes suivantes :

- 20 • recuit thermique rapide sous argon pur,
- polissage,
- recuit thermique rapide sous argon pur.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait précéder l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape d'oxydation sacrificielle.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait suivre l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape d'oxydation sacrificielle.

30

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on fait précéder l'étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape d'oxydation sacrificielle, et on fait suivre ladite étape de recuit thermique rapide sous argon pur par une étape supplémentaire d'oxydation
5 sacrificielle.
12. Structure SOI obtenue par un procédé selon l'une des revendications précédentes.

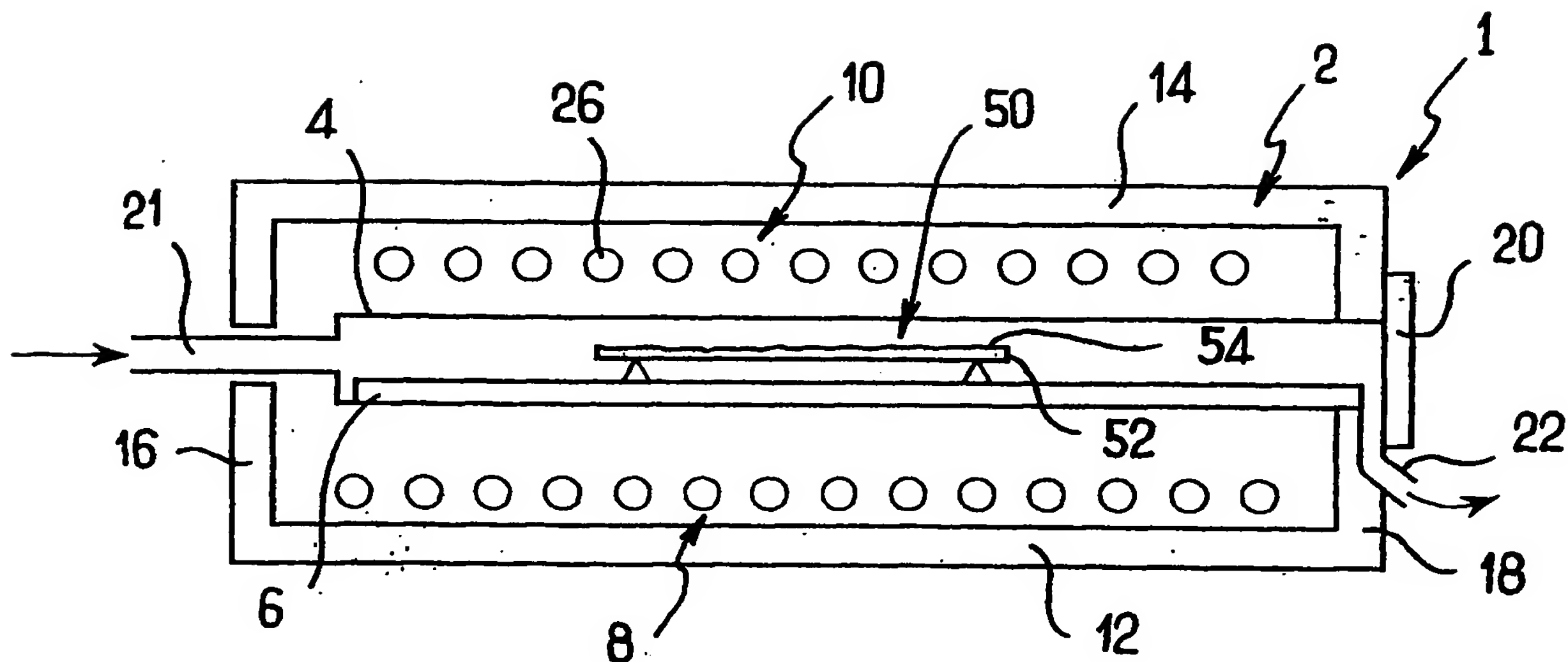


FIG. 1

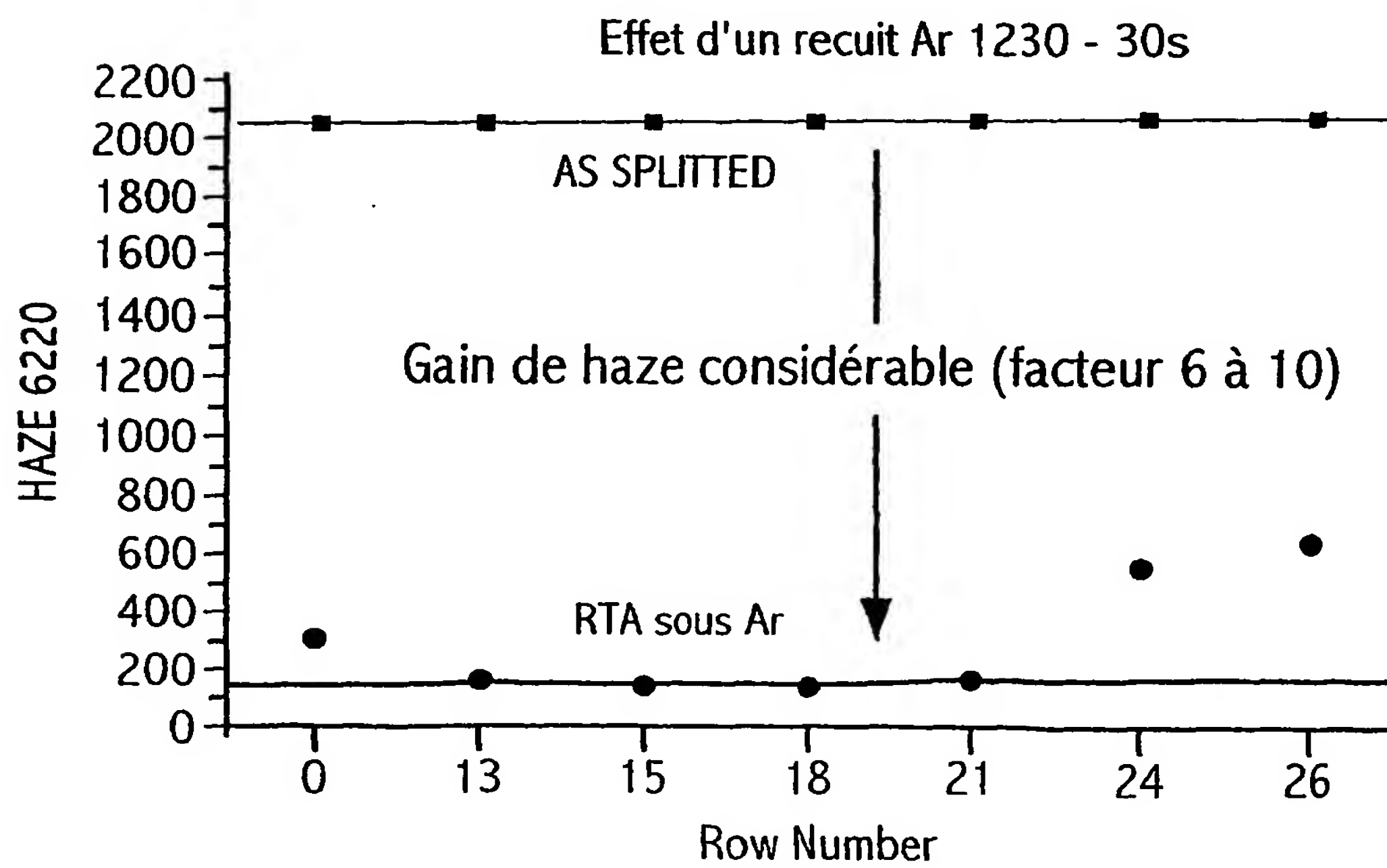


FIG.2

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
16 janvier 2003 (16.01.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/005434 A3

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 21/324, 21/306, 21/762, 21/302, 21/316

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/02341

(22) Date de dépôt international : 4 juillet 2002 (04.07.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0108859 4 juillet 2001 (04.07.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES [FR/FR]; Parc Technologique des Fontaines, Chemin des Franques, F-38190 Bernin (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : NEYRET, Eric [FR/FR]; 2, rue Lesdiguières, F-38360 Sassenage (FR). ECARNOT, Ludovic [FR/FR]; 10 Lotissement le Nivolon, F-38760 Varcès (FR).

(74) Mandataires : MARTIN, Jean-Jacques etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale: 6 novembre 2003

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR REDUCING SURFACE RUGOSITY OF A SEMICONDUCTOR SLICE

(54) Titre : PROCEDE DE DIMINUTION DE LA RUGOSITE DE SURFACE D'UNE TRANCHE SEMICONDUCTRICE

(57) Abstract: The invention relates to a method for reducing the rugosity of the free surface of a slice of semiconductor material. Said method comprises an annealing step in order to smooth said free surface. The invention is characterized in that the method for reducing free surface rugosity comprising a single smoothing annealing step which is carried out in the form of rapid thermal annealing in an atmosphere which is exclusively comprised of pure argon. The invention also relates to a structure produced by said method.

(57) Abrégé : L'invention propose un procédé de diminution de la rugosité de la surface libre d'une tranche de matériau semiconducteur (50). Un recuit thermique rapide est réalisé dans une atmosphère composée exclusivement d'argon pur. La tranchée peut être obtenue à partir d'un substrat mis en contact avec un raidisseur, par clivage du substrat au niveau d'une zone préalablement affaiblie par implantation.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic pplication No

PCT/FK U2/02341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/324 H01L21/306 H01L21/762 H01L21/302 H01L21/316

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 28000 A (AGA HIROJI ;KUWABARA SUSUMU (JP); MITANI KIYOSHI (JP); TATE NAOTO) 19 April 2001 (2001-04-19) the whole document	12
Y		1-11
L	-& EP 1 158 581 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 28 November 2001 (2001-11-28) page 2, line 5 - line 11 page 2, line 42 - line 54 page 3, line 20 - line 39 page 4, line 23 - line 38 page 5, line 1 - line 28; figure 1 page 6, line 52 -page 7, line 9 page 7, line 51 - line 54 page 8, line 32 - line 38; figures 6,7 --- -/--	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 February 2003

Date of mailing of the international search report

26/02/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klopfenstein, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/Fr 02/02341

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 777 115 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 8 October 1999 (1999-10-08) page 2, line 25 - line 30 page 3, line 19 - line 32 page 4, line 18 -page 5, line 10 page 5, line 16 - line 27 page 6, line 6 - line 12 page 7, line 18 -page 8, line 20; figures 2,3 page 9, line 3 -page 11, line 5; figures 4,5 page 11, line 10 -page 12, line 7 page 12, line 14 - line 21	12
Y	---	1-11
X	FR 2 797 713 A (S O I TEC SILICON ON INSULATOR) 23 February 2001 (2001-02-23) cited in the application page 1, line 1 - line 23 page 2, line 12 -page 3, line 26 page 4, line 13 - line 30 page 5, line 24 - line 32 page 6, line 1 - line 8 page 6, line 19 - line 27 page 7, line 4 - line 15 page 9, line 11 - line 23 page 10, line 20 -page 11, line 6; figures 1,2 page 12, line 22 -page 14, line 23; figure 2 page 14, line 26 -page 16, line 8; figure 3 page 16, line 21 -page 17, line 20 page 18, line 1 - line 14; figure 4 page 19, line 11 -page 20, line 13; figure 5 page 21, line 5 - line 15; figure 6	12
Y	---	1-11
X	EP 1 061 565 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 20 December 2000 (2000-12-20) page 2, line 10 - line 22 page 2, line 33 - line 38 page 3, line 43 -page 4, line 1 page 4, line 5 - line 11 page 4, line 20 - line 27 page 5, line 20 -page 6, line 14; figure 1 page 6, line 31 - line 42 page 7, line 7 - line 42 page 8, line 36 - line 56 page 10, line 44 - line 55; table 1	12
A	---	3
	--- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatio Application No

PCT/FK U2/02341

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 1 045 448 A (SOITEC S A ;SHINETSU HANDOTAI KK (JP)) 18 October 2000 (2000-10-18) column 1, line 40 -column 2, line 39 column 3, line 15 -column 4, line 20 column 4, line 40 - line 52 column 6, line 5 - line 39 column 6, line 52 -column 8, line 25; figure 1 column 8, line 50 -column 9, line 3 column 9, line 49 -column 10, line 11; figure 3 column 11, line 49 -column 13, line 37; figure 1</p> <p>-----</p>	<p>1-3, 5-7, 9-12</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Info on on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/02341

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0128000	A	19-04-2001	EP	1158581 A1		28-11-2001
			WO	0128000 A1		19-04-2001
<hr/>						
FR 2777115	A	08-10-1999	FR	2777115 A1		08-10-1999
			EP	0986826 A1		22-03-2000
			WO	9952145 A1		14-10-1999
			JP	2002503400 T		29-01-2002
			TW	429481 B		11-04-2001
			US	6403450 B1		11-06-2002
<hr/>						
FR 2797713	A	23-02-2001	FR	2797713 A1		23-02-2001
			EP	1208589 A1		29-05-2002
			WO	0115215 A1		01-03-2001
<hr/>						
EP 1061565	A	20-12-2000	JP	2000195868 A		14-07-2000
			JP	2000216106 A		04-08-2000
			EP	1061565 A1		20-12-2000
			WO	0041227 A1		13-07-2000
<hr/>						
EP 1045448	A	18-10-2000	JP	2000124092 A		28-04-2000
			EP	1045448 A1		18-10-2000
			US	6372609 B1		16-04-2002
			WO	0024059 A1		27-04-2000
<hr/>						

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande nationale No
PCT/Fr J2/02341

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 H01L21/324 H01L21/306 H01L21/762 H01L21/302 H01L21/316		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H01L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 01 28000 A (AGA HIROJI ;KUWABARA SUSUMU (JP); MITANI KIYOSHI (JP); TATE NAOTO) 19 avril 2001 (2001-04-19) le document en entier	12
Y		1-11
L	-& EP 1 158 581 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 28 novembre 2001 (2001-11-28) page 2, ligne 5 - ligne 11 page 2, ligne 42 - ligne 54 page 3, ligne 20 - ligne 39 page 4, ligne 23 - ligne 38 page 5, ligne 1 - ligne 28; figure 1 page 6, ligne 52 -page 7, ligne 9 page 7, ligne 51 - ligne 54 page 8, ligne 32 - ligne 38; figures 6,7 --- -/--	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités:		
A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 18 février 2003		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/02/2003
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Klopfenstein, P

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 777 115 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 8 octobre 1999 (1999-10-08) page 2, ligne 25 - ligne 30 page 3, ligne 19 - ligne 32 page 4, ligne 18 -page 5, ligne 10 page 5, ligne 16 - ligne 27 page 6, ligne 6 - ligne 12 page 7, ligne 18 -page 8, ligne 20; figures 2,3 page 9, ligne 3 -page 11, ligne 5; figures 4,5 page 11, ligne 10 -page 12, ligne 7 page 12, ligne 14 - ligne 21	12
Y	---	1-11
X	FR 2 797 713 A (S O I TEC SILICON ON INSULATOR) 23 février 2001 (2001-02-23) cité dans la demande page 1, ligne 1 - ligne 23 page 2, ligne 12 -page 3, ligne 26 page 4, ligne 13 - ligne 30 page 5, ligne 24 - ligne 32 page 6, ligne 1 - ligne 8 page 6, ligne 19 - ligne 27 page 7, ligne 4 - ligne 15 page 9, ligne 11 - ligne 23 page 10, ligne 20 -page 11, ligne 6; figures 1,2 page 12, ligne 22 -page 14, ligne 23; figure 2 page 14, ligne 26 -page 16, ligne 8; figure 3 page 16, ligne 21 -page 17, ligne 20 page 18, ligne 1 - ligne 14; figure 4 page 19, ligne 11 -page 20, ligne 13; figure 5 page 21, ligne 5 - ligne 15; figure 6	12
Y	---	1-11
X	EP 1 061 565 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 20 décembre 2000 (2000-12-20) page 2, ligne 10 - ligne 22 page 2, ligne 33 - ligne 38 page 3, ligne 43 -page 4, ligne 1 page 4, ligne 5 - ligne 11 page 4, ligne 20 - ligne 27 page 5, ligne 20 -page 6, ligne 14; figure 1 page 6, ligne 31 - ligne 42 page 7, ligne 7 - ligne 42 page 8, ligne 36 - ligne 56 page 10, ligne 44 - ligne 55; tableau 1	12
A	---	3

	-/--	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande nationale No
PCT/Fk 02/02341

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 1 045 448 A (SOITEC S A ; SHINETSU HANDOTAI KK (JP)) 18 octobre 2000 (2000-10-18) colonne 1, ligne 40 - colonne 2, ligne 39 colonne 3, ligne 15 - colonne 4, ligne 20 colonne 4, ligne 40 - ligne 52 colonne 6, ligne 5 - ligne 39 colonne 6, ligne 52 - colonne 8, ligne 25; figure 1 colonne 8, ligne 50 - colonne 9, ligne 3 colonne 9, ligne 49 - colonne 10, ligne 11; figure 3 colonne 11, ligne 49 - colonne 13, ligne 37; figure 1</p> <p>-----</p>	<p>1-3, 5-7, 9-12</p>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux n res de familles de brevets

Demande nationale No

PCT/FR 02/02341

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0128000 A	19-04-2001	EP 1158581 A1 WO 0128000 A1	28-11-2001 19-04-2001
FR 2777115 A	08-10-1999	FR 2777115 A1 EP 0986826 A1 WO 9952145 A1 JP 2002503400 T TW 429481 B US 6403450 B1	08-10-1999 22-03-2000 14-10-1999 29-01-2002 11-04-2001 11-06-2002
FR 2797713 A	23-02-2001	FR 2797713 A1 EP 1208589 A1 WO 0115215 A1	23-02-2001 29-05-2002 01-03-2001
EP 1061565 A	20-12-2000	JP 2000195868 A JP 2000216106 A EP 1061565 A1 WO 0041227 A1	14-07-2000 04-08-2000 20-12-2000 13-07-2000
EP 1045448 A	18-10-2000	JP 2000124092 A EP 1045448 A1 US 6372609 B1 WO 0024059 A1	28-04-2000 18-10-2000 16-04-2002 27-04-2000